

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-023156

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G02F 1/1333
G02F 1/13357
G02F 1/13363
G09F 9/00

(21)Application number : 2000-209802

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 11.07.2000

(72)Inventor : SUMIYOSHI KEN
HAYAMA HIROSHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

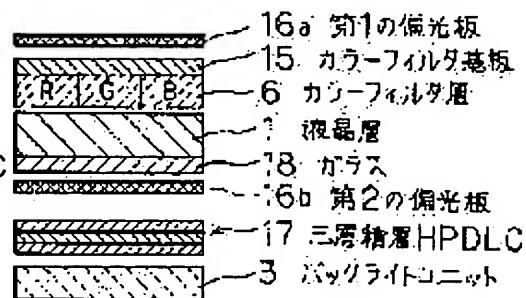
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a full color reflective display and a full color transmissive display without lowering reflectance and transmittance by using Bragg reflection.

SOLUTION: The liquid crystal display device is provided with: a first polarizing plate 16a; a color filter layer 6 formed with a color filter substrate 15 disposed on the upper layer side; a liquid crystal layer 1 formed on a glass 18, a second polarizing plate 16b; a laminated HPDLC (holographic polymer dispersed liquid crystal) 17 consisting of three layers which is a reflection structure layer whose reflectance can be electrically switched and which is disposed on the lower layer side than the liquid crystal layer 1; and a backlight unit 3 as the lowermost layer.

The individual layers of the laminated HPDLC 17 consisting of the three layers are composed of liquid drop layers of the liquid crystal and polymer layers and reflect blue, green and red light by Bragg reflection.

Voltage application to the laminated HPDLC layer 17 consisting of the three layers results in variation of the refractive indexes of the liquid drop layers of the liquid crystal in the individual layers. A transparent state is attained by making refractive indexes of the liquid drop layer of the liquid crystal and the polymer layer coincide with each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-23156

(P2002-23156A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード(参考) |
|--------------------------|-------|----------------|-----------------|
| G 0 2 F 1/1335 | 5 2 0 | G 0 2 F 1/1335 | 5 2 0 2 H 0 9 0 |
| 1/1333 | 5 0 0 | 1/1333 | 5 0 0 2 H 0 9 1 |
| 1/13357 | | 1/13363 | 5 G 4 3 5 |
| 1/13363 | | G 0 9 F 9/00 | 3 2 4 |
| G 0 9 F 9/00 | 3 2 4 | | 3 3 6 F |

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-209802(P2000-209802)

(22)出願日 平成12年7月11日(2000.7.11)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成11年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー使用合理化超先端液晶技術開発(超先端電子技術開発促進事業新機能電子材料設計・制御・分析等技術)」に関する委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 住吉 研

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72)発明者 桑山 浩

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

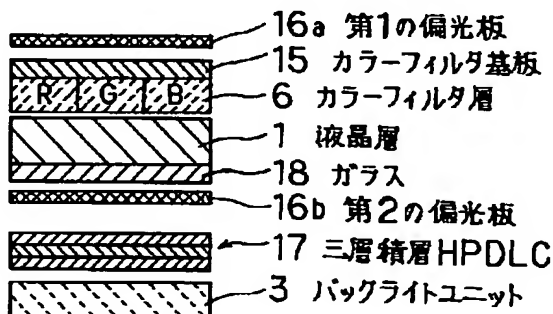
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 ブラッグ反射を用いて、反射率および透過率を低下させることなくフルカラー反射表示とフルカラー透過表示を実現する。

【解決手段】 液晶表示装置は、第1の偏光板16aと、カラーフィルタ基板15を上層側として形成されたカラーフィルタ層6と、ガラス18上に形成された液晶層1と、第2の偏光板16bと、液晶層1よりも下層に、反射率が電氣的に切り替え可能な反射構造層である三層積層HPDLC17と、最下層にバックライトユニット3を有する。三層積層HPDLC17の各層は、液晶液滴層と高分子層とからなり、青、緑、赤をブラッグ反射により反射する。三層積層HPDLC層17に電圧を印加すると各層の液晶液滴層の屈折率が変化し、液晶液滴層と高分子層との屈折率が一致させることで透明状態とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶層と、

特定の周波数帯域の光のみをブラッグ反射により反射する複数の反射部を含み、前記各反射部の反射率が電氣的に切り替え可能な、前記液晶層よりも下層に配置されている反射構造層と、
前記液晶層に背面から光を照射する、最下層に配置されているバックライトユニットとを有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶層を挟持する基板の少なくとも1つの厚さが、視差を生じない厚さである請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記基板は、薄膜化ガラスである請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記基板は、フィルム基板である請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記液晶層よりも上層に配置されている第1のカラーフィルタ層を有する請求項1ないし4のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記反射構造層よりも下層に配置されている第2のカラーフィルタ層を有する請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記各反射部は、前記反射構造層に対して前記液晶層と前記バックライトユニットとが積層される積層方向に積層されて形成されている請求項1ないし6のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記各反射部は、前記反射構造層に対して前記液晶層と前記バックライトユニットとが積層される積層方向に略直交する方向に並列に配置されている請求項1ないし6のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記各反射部は、液晶を含む請求項1ないし8のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項10】 前記各反射部は、コレステリック液晶を含む請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項11】 前記各反射部は、液晶の液滴を含む少なくとも1つの液晶液滴層と、少なくとも1つの高分子層とが交互に積層された構造である請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項12】 前記各反射部は、コレステリック液晶の液滴を含む高分子層からなる請求項9に記載の液晶表示装置。

【請求項13】 前記液晶層よりも上層に配置されている第1の偏光板を有する請求項1ないし12のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項14】 前記液晶層よりも下層に配置されている第2の偏光板を有する請求項13に記載の液晶表示装置。

【請求項15】 前記第1の偏光板よりも下層、かつ、前記第2の偏光板よりも上層に配置されている、位相差を補償する補償板を有する請求項14に記載の液晶表示

装置。

【請求項16】 前記補償板は、前記反射構造層よりも上層に配置されている請求項15に記載の液晶表示装置。

【請求項17】 前記液晶層は、アクティブマトリクス駆動されている請求項1ないし16のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報を表示する液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】反射型液晶表示装置は、低消費電力のために、携帯用途に広く用いられつつある。特に、フルカラー表示可能な反射型液晶表示装置が開発されるようになってきた。

【0003】反射型液晶表示装置は周囲光を光源として用いており、屋外の太陽光下では高い画質で表示することが可能であり、これに対し、透過型液晶表示装置は屋外の太陽光下ではコントラストが低く、視認性の悪いのが一般的である。しかし、夜間の屋外や特別な照明の無い室内では、反射型液晶表示装置の視認性は悪く、透過型液晶表示装置のような画質は得られない。

【0004】そこで、明るい環境では反射型として表示でき、暗い環境では付加光源で表示できる、液晶表示装置が求められている。この一例として、半透過型液晶表示装置を挙げることができる。この半透過型液晶表示装置は、入射光を反射する反射面を半透過面とするものである。しかし、例えば透過率50%・反射率50%の半透過面による表示では、反射表示時に暗く、透過表示時にも暗いという欠点を有している。

【0005】以上のような欠点を克服するものとして、特開平11-119026号公報に、反射・透過切り替え可能な液晶表示装置が開示されている。図13に、ホログラム反射層を有する液晶表示装置の模式的な側断面図を示す。図13に示すように、バックライトユニット503と液晶層501との間に体積ホログラムであるホログラム反射層528が配置されている。

【0006】この体積ホログラムは、一定の屈折率変調を有する構造物であり、この変調周期が可視波長程度であれば、ブラッグ反射と呼ばれる回折が生じ、ある入射角のある波長の光を、特定の方向に強く反射させるものである。この関係を、図14に示す円図形によって説明する。図14(a)に示す円の半径は、 n/λ で与えられる。ここで、 λ は入射光の波長であり、 n はホログラム媒体の平均屈折率である。入射光はこの円に中心から円上へのベクトルで表わされる。入射波数ベクトル529、逆格子ベクトル531を図14(a)のように配置する。ここで、逆格子ベクトル531は、その方向が屈折変調の変調方向、ベクトルの大きさは変調周期の逆数

で定義される。図14(a)では、入射波数ベクトル529と逆格子ベクトル531の差として、出射波数ベクトル530が表示されている。この出射波数ベクトル530の方向に強く光が反射される。

【0007】次に、図14(b)により、反射動作を説明する。反射表示時には、バックライトユニット503は用いず、入射光のみで表示を行う。周囲からの入射光が液晶層501に入射し、そして、ホログラム反射層528に入射する。ホログラム反射層528の逆格子ベクトルを図14(b)に示すように配置しておけば、特定

出射方向に特定の波長の光のみが選択反射される。選択反射された光は再び液晶層501を通過して、反射表示が可能となる。この選択反射する波長以外の光はホログラム反射層528を通過するため、表示には寄与しない。

【0008】一方、周囲の環境が暗い場合には、バックライトを点灯させる。この場合、バックライトからの光はホログラム反射層528を通過して液晶層501に入射する。これによって、図14(c)に示すような透過型表示を行わせることができる。

【0009】以上のようにして、特開平11-1190

26号公報に開示された液晶表示装置を用いれば、反射・透過切り替え表示が可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した特開平11-119026号公報に開示された液晶表示装置では、反射表示時の表示色と透過表示時の表示色が異なるという問題を有している。すなわち、図14(b)に示すように、反射表示時にはホログラムで決まる特定の波長の光のみが反射する。このため、反射表示時は単色表示しかできない。さらに、透過表示時には図14(c)に示すように、バックライト光の特定波長はホログラムでブラッグ反射されてしまい、透過型表示に寄与することができない。このブラッグ反射する波長は、反射表示時の単色光の波長と同一である。このため、例えば、反射表示時には緑色で表示できていても、透過表示時にはその補色で表示を行わなければならない。また、同様の理由のため、フルカラー表示を行わせることもできない。

【0011】以上のように、特開平11-119026号公報に開示された液晶表示装置は、反射・透過表示切り替え表示を実現するものではあるが、カラー表示が限られ、フルカラー表示できないという課題を有している。

【0012】そこで本発明は、明るい環境ではフルカラーの反射表示を、暗い環境では、フルカラーの透過表示を行うことが可能なブラッグ反射を利用した液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の液晶表示装置は、液晶層と、特定の周波数帯域

の光のみをブラッグ反射により反射する複数の反射部を含み、前記各反射部の反射率が電氣的に切り替え可能な、前記液晶層よりも下層に配置されている反射構造層と、前記液晶層に背面から光を照射する、最下層に配置されているバックライトユニットとを有することを特徴とする。

【0014】上記の通り構成された本発明の液晶表示装置は、液晶層よりも下層に特定の周波数帯域の光のみをブラッグ反射により反射する複数の反射部を含み、各反射部の反射率が電氣的に切り替え可能な反射構造層を有している。すなわち、ブラッグ反射を用いることで半透過面を用いる液晶表示装置よりも明るい反射・透過切り替え可能な液晶表示装置となる。さらに、反射構造層の各反射部を特定の周波数帯域の光のみをブラッグ反射により反射する、例えば、各反射部のそれぞれを、青のみ反射、緑のみ反射、赤のみ反射というように構成することでフルカラー表示が可能となる。

【0015】また、本発明の液晶表示装置の液晶層を挟持する基板の少なくとも1つの厚さが、視差を生じない厚さであってもよく、この基板は、薄膜化ガラスであってもよいし、フィルム基板であってもよい。

【0016】また、本発明の液晶表示装置は、液晶層よりも上層に配置されている第1のカラーフィルタ層を有するものであってもよいし、さらに、反射構造層よりも下層に配置されている第2のカラーフィルタ層を有するものであってもよい。特に、第1のカラーフィルタ層に加えて第2のカラーフィルタ層を有する構成の場合、例えば、第1のカラーフィルタ層として高透過率で低色純度の特性のものを、第2のカラーフィルタ層として高透過率で低色純度の特性のものをを用いることで、反射表示時には、高反射率が得られ、透過表示時には、高色純度が得られるといった特性を持たせることができる。

【0017】また、各反射部は、反射構造層に対して液晶層とバックライトユニットとが積層される積層方向に積層されて形成されているものであってもよい。

【0018】さらに、各反射部は、反射構造層に対して液晶層とバックライトユニットとが積層される積層方向に略直交する方向に並列に配置されているものであってもよい。この場合、青、緑、赤を反射する各反射部が並列に配置された場合、カラーフィルタを設けずにフルカラー表示が可能となるため、明るく、かつ、構造が簡単な液晶表示装置を得ることができる。

【0019】また、各反射部は、液晶を含むものであってもよく、特に、コレステリック液晶を含むものであってもよいし、液晶の液滴を含む少なくとも1つの液晶液滴層と、少なくとも1つの高分子層とが交互に積層された構造であってもよいし、コレステリック液晶の液滴を含む高分子層からなるものであってもよい。

【0020】また、本発明の液晶表示装置は、液晶層よりも上層に配置されている第1の偏光板を有するもので

10

20

30

40

50

あってもよいし、液晶層よりも下層に配置されている第2の偏光板を有するものであってもよい。補償板を用いることにより、液晶表示素子としてTN液晶以外のSTN液晶や複屈折液晶などの表示素子を用いることが可能となる。

【0021】また、本発明の液晶表示装置は、第1の偏光板よりも下層、かつ、第2の偏光板よりも上層に配置されている、位相差を補償する補償板を有するものであってもよいし、補償板は、反射構造層よりも上層に配置されているものであってもよい。

【0022】また、液晶層は、アクティブマトリクス駆動されているものであってもよい。

【0023】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、各実施形態の説明において、ホログラフィック高分子分散液晶はHPDLCと表す。

(第1の実施形態)次に、本実施形態の液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図を図1に示す。

【0024】液晶表示装置は、最上層に、第1の偏光板16aが形成されており、第1の偏光板16aの下層にカラーフィルタ基板15を上層側として形成された、R(赤)、G(緑)、B(青)のみをそれぞれ透過するフィルタからなるカラーフィルタ層6を、さらにカラーフィルタ層6の下層にガラス18上に形成された映像情報を映し出す液晶層1を、液晶層1の下層、すなわち、ガラス18の下層に第2の偏光板16bを、第2の偏光板16bの下層、すなわち、液晶層1よりも下層に、反射率が電氣的に切り替え可能な反射部を有する三層積層HPDLC17を、そして、最下層に液晶層1を背面から、30 光を照射する照明であるバックライトユニット3を有する構造となっている。

【0025】液晶層1は、TN液晶、STN液晶などのネマチック液晶、あるいは垂配向液晶、OCB液晶などの複屈折性液晶を用いるものであってもよい。

【0026】ここで、液晶層1の形成方法の概略を説明する。

【0027】まず、透明電極を有するガラス基板18と、カラーフィルタ層6と透明電極を有するカラーフィルタ基板15の両基板上に配向膜を成膜する。なお、図1では、両基板上の透明電極を図示していない。この後、配向膜上に配向処理を行い、スペーサを介して両基板を張り合わせる。この際に、両基板の配向処理方向を直交するように張り合わせる。この後、ネマチック液晶を両基板の間隙に注入し、液晶層1を形成する。

【0028】次に、本実施形態の液晶表示装置の基本構成を示す模式的な側断面図を示す図2を用いて、本実施形態の液晶表示装置の基本的原理を説明する。

【0029】液晶表示装置は、図2(a)および図2(b)に示すように、液晶層1、三層積層HPDLC1 50

7に相当する反射構造層2、および、バックライトユニット3を基本構造としたものであるが、図2(c)および図2(d)に示すように液晶層1の上層にカラーフィルタ層6が形成されているものを基本構造とするものであってもよい。

【0030】反射構造層2は、反射部が、光の反射率が高く透過率が低い状態と、光の透過率が高く反射率が低い状態とを可逆的に切り替えられる構造であればどのような構造であってよいが、以下に示される、反射率が電氣的に制御可能でブラッグ反射を利用した、液晶あるいは高分子液晶を含む層であることが特に好適である。

【0031】例えば、反射構造層2は、図3(a)および図3(b)に示す、反射部である液晶液滴層10と高分子層11が交互に積層した交替積層構造層9で構成されるものであってもよい。液晶液滴層10と高分子層11の屈折率が異なれば、図3(a)に示すように交替周期で決まる波長に周囲光4が選択的に反射される。一方、この交替積層構造層9に電圧を印加すれば、液晶液滴層10の屈折率が変化し高分子層11の屈折率と一致し、選択的な反射が解消して透明状態となり、図3(b)に示すようにバックライトユニット3からのバックライト光5を透過させることができる。なお、交替積層構造層9も図3(c)および図3(d)に示すように積層周期の異なる第1の交替積層構造層9aおよび第2の交替積層構造層9bを重ね合わせるにより多色光を反射させることも可能である。すなわち、本実施形態の液晶表示装置は、第1の交替積層構造層9a、第2の交替積層構造層9b等の複数の反射部のそれぞれが特定の周波数帯域の光のみをブラッグ反射により反射する構成とすることでフルカラー表示が可能となる。

【0032】また、反射構造層2の反射部としてコレステリック液晶を用いるものであってもよい。周知のようにコレステリック液晶を用いれば、反射率が電氣的に制御可能である。図4(a)に示すように、コレステリック液晶層7は螺旋構造を有しているため、そのピッチの半分に対応した周囲光4を選択的に反射する。また、このコレステリック液晶に電圧を印加すれば、図4(b)に示すように、螺旋構造が解消される。このため、上述の反射性能を失い、全波長帯のバックライト光5を透過する。これを実現する例として、“スイッチャブル・ミラーズ・オブ・キラル・リキッド・クリスタル・ゲルズ”、リキッド・クリスタルズ、1999年、26巻、1645-1653ページ(“Switchable mirrors of chiral liquid crystal gels”, LIQUID CRYSTAL, 1999, Vol. 26, No. 11, 1645-1653)を挙げることができる。また、図4(c)および図4(d)に示すように、螺旋ピッチの異なる第1のコレステリック液晶7a、第2のコレステリック液晶7bを積層した積層コレステリック液晶層8を反射構造層

2として用いられ、交替積層構造層9と同様に多色光を反射することが可能である。

【0033】このように反射構造層2の各反射部は、反射構造層2に対して液晶層1とバックライトユニット3とが積層される積層方向に積層されて形成されているものであってもよい。

【0034】あるいは、反射構造層2は、図5(a)および図5(b)に示すような反射部がコレステリック液晶液滴を含む高分子層からなるものであってもよい。周囲光4を選択反射するような螺旋ピッチのコレステリック液晶からなるコレステリック液晶滴13を含む高分子層14は、電圧が印加されることにより、コレステリック液晶滴13の内部の螺旋が解消されて透明状態になり、バックライト光5の透過が可能となる。また、螺旋ピッチの異なる複数のコレステリック液晶を含むコレステリック液晶滴を含む高分子層であれば、同様に多色光を選択的に反射させることが可能である。

【0035】次に、図6および図7を用いて、交替積層構造層9であるHPDLCの積層構造の作成方法および構造の詳細に関して説明する。

【0036】はじめに、図6(a)に示すように、不図示の透明電極を有する基板19上に液晶と感光性物質の混合物からなる層、液晶・光硬化性物質混合層20を形成する。

【0037】次に、図6(b)に示すように、同一レーザから発せられたレーザ光21を二分岐して、両光線を液晶・光硬化性物質混合層20中で交叉させる。レーザ光干渉の結果、レーザ強度の強い領域で選択的に強く光硬化が生じる。また、レーザ強度の弱い領域で液晶が液滴として析出する。以上のようにして、図6(c)に示すような、液晶液滴層と光硬化した高分子層とからなるHPDLC層22が完成する。液晶液滴層と高分子層の屈折率が異なれば、交替積層構造の積層周期に対応する波長の光が選択的に反射される。光硬化させる際に、酸素阻害させるような光硬化性物質の場合には、窒素雰囲気や減圧下の環境で行う。この交替積層構造の積層周期はレーザ光の波長とその交叉角で決めることができる。そこで、図6(c)の完成したHPDLC層22上に、液晶・光硬化性物質混合層を再度成膜しレーザ波長や交叉角を変えて露光すれば、交替積層周期の異なる二層のHPDLC層を得ることができる。以上のようにして、例えば3回の成膜・露光を繰り返して、HPDLC層を、図7に示すような、青を反射する青用HPDLC23、緑を反射する緑用HPDLC24、赤を反射する赤用HPDLC25からなる3層積層HPDLC層17とすることができる。なお、この場合、透明電極26は、青用HPDLC23と赤用HPDLC25とに電気的に接続されているこの積層の際に、積層順序として積層上面から光が入射するとすれば、青、緑、赤が望ましい。これは、短波長の光ほど散乱され易いためである。この

3層積層HPDLC層17は白色光を反射する。この3層積層HPDLC層17に電圧を印加すれば、液晶液滴層の屈折率が変化する。液晶液滴層と高分子層の屈折率が一致すれば、選択反射光は解消し、透明状態となる。

【0038】本実施形態では、3層積層HPDLC層17の反射率は電圧無印加時に高い。従って、3層積層HPDLC層17に電圧供給することなく、液晶層1のみに電圧供給することにより、表示動作が可能である。このため、反射表示時には余分な電力を伴わない。また、積層したHPDLC層22に電圧を供給して透明状態にして、バックライトユニット3を点灯させれば、透過表示が得られる。

【0039】以上説明したように、本実施形態の液晶表示装置によれば、反射構造層2としてブラッグ反射を利用した、液晶あるいは高分子液晶を含む層を、液晶層1と、バックライトユニット3との間に形成することで、明るい環境ではフルカラーの反射表示を、暗い環境では、フルカラーの透過表示を行うことができる。

(第2の実施形態)次に、本実施形態の液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図を図8に示す。

【0040】本実施形態の液晶表示装置は、図8(a)に示すように、最上層から順に、第1の偏光板116a、カラーフィルタ基板115、カラーフィルタ層106、液晶層101、薄膜化ガラス127、三層積層HPDLC117、第2の偏光板116b、そして最下層にバックライトユニット103を有する構成となっている。

【0041】このように、本実施形態の液晶表示装置の場合、液晶層101と第2の偏光板116bとの間に、薄膜化ガラス127と三層積層HPDLC117とが積層されている点が第1の実施形態の液晶表示装置とは異なる。

【0042】また、本実施形態の液晶表示装置は、反射表示時には、第1の偏光板116aのみが表示に寄与する。この表示モードは、一枚偏光板方式として知られている。すなわち、反射表示時に二枚の偏光板を用いる方式と比較して、明るい反射表示が得られる。この際に、液晶層101として、振れネマチック液晶モードを用いる。この振れネマチック液晶の設計は、“アナリシス・オブ・オペレーション・モード・オブ・レフレクティブ・リキッド・クリスタル・ディスプレイ・デバイス”、リキッド・クリスタル26巻1999年、1573-1578ページ(“Analysis of operation mode of reflective liquid crystal display devices”, LIQUID CRYSTALS, 1999, vol. 26, No. 11, 1573-1578)に述べられている。

【0043】なお、上述した以外は、基本的に第1の実施形態の液体表示装置と同様であるため、詳細の説明は

省略する。

【0044】以下、本実施形態の液晶表示装置の作成手順の概略を説明する。

【0045】第1の実施形態と同様に、透明電極を有するカラーフィルタ基板115とガラス基板を張り合わせる。この後、どちらかの基板を薄膜化し、薄膜化ガラス127とする。この薄膜化は、ガラス基板を研磨あるいは化学的にエッチングすることによって得られる。また、高分子フィルムなどを薄膜をガラス基板の替わりに用いるもできるのは明らかである。この後、液晶を注入し液晶層101を形成する。この際に、所定のねじネマチック構造を形成するように両基板の配向処理方向を調整する。以上のようにして、薄膜化ガラス127を有する液晶パネルが完成する。完成した液晶パネルの上面に第1の偏光板116aを貼る。また、3層積層HPDLC117を液晶パネル下面に貼り、さらに3層積層HPDLC117の下面に第2の偏光板116を貼る。この後に、バックライトユニット103を配置して完成する。

【0046】ここで、薄膜化ガラス127を用いる理由を図8(b)を用いて説明する。

【0047】図8(b)は、薄膜化ガラス127ではなく、薄膜化がなされていないガラス118が用いられた構成を示している。反射型表示の際には、周囲光104は斜め方向から入射してくる。このため、ガラス基板118が厚く反射面である三層積層HPDLC117から遠い場合には、例えば、カラーフィルタ層106のRを通過して来た周囲光104は、反射表示光104aとして、隣接する画素Gを通過してしまう。いわゆる、視差の問題が生じる。この視差の問題を防止必要がある場合、図8(a)に示すように、薄膜化ガラス127を形成することが必要となる。

【0048】なお、隣接画素からの反射表示光漏れを防止するため、図8(c)に示すように、三層積層HPDLC層117をカラーフィルタ基板115とガラス基板118との間に作り込む、すなわち、液晶パネル内部に作り込む構成とするものであってもよい。

【0049】以上説明したように本実施形態の液晶表示装置によれば、薄膜化ガラス127を用いることで視差が解消するだけでなく、第1の実施形態と同様に反射構造層102としてブラッグ反射を利用した、液晶あるいは高分子液晶を含む層を、液晶層101と、バックライトユニット103との間に形成することで、明るい環境ではフルカラーの反射表示を、暗い環境では、フルカラーの透過表示を行うことができる。

(第3の実施形態) 次に、本実施形態の液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図を図9に、また、本実施形態の液晶表示装置の基本的な構成を図10にそれぞれ示す。

【0050】本実施形態の液晶表示装置は、図9(a)

に示すように、最上層から順に、第1の偏光板216a、カラーフィルタ基板215、第1のカラーフィルタ層206a、液晶層201、ガラス218、三層積層HPDLC217、第2の偏光板116b、第2のカラーフィルタ層206b、そして最下層にバックライトユニット203を有する構成となっている。なお、第1のカラーフィルタ層206aがカラーフィルタ基板215に形成されてなるものであると同様に、第2のカラーフィルタ層206bもカラーフィルタ基板に形成されてなるものであるが、簡単のため、図9には第2のカラーフィルタ層206bのカラーフィルタ基板は示していない。

【0051】本実施形態の液晶表示装置は、図10に示すように、バックライトユニット203と、三層積層HPDLC217に相当する反射構造層202との間に、すなわち、反射構造層202よりも下層に第2のカラーフィルタ層206bが設けられている点が、第1および第2の実施形態の液晶表示装置と異なる。なお、上述以外の構成に関しては基本的に第1の実施形態と同様であるため、詳細の説明は省略する。

【0052】本実施形態の場合、第1のカラーフィルタ層206aと第2のカラーフィルタ層206bは各画素が互いに整合するように配置されている。すなわち、第1のカラーフィルタ層206aの各色画素A、B、Cと第2のカラーフィルタ層206bの各色画素A、B、Cとが互いに位置整合するように配置されている。このように配置することで、図10(b)に示すように、透過表示時に、例えば、第2のカラーフィルタ層206bの画素Bを通過したバックライトユニット203からのバックライト光205は、第1のカラーフィルタ層206aの画素Bを通過することができる。なお、フルカラー表示の際には、一般にA、B、C各色を、赤(R)、緑(G)、青(B)に選ぶのが一般的である。

【0053】ところで、一般に、カラーフィルタの透過率と色純度は相反関係にあり、高透過率のカラーフィルタは低色純度となり、高色純度のカラーフィルタは低透過率となる。このような特性のカラーフィルタ層を1層のみ有する液晶表示装置の場合、反射表示時には、光は、入射時と反射表示光は2回カラーフィルタ層を透過し、透過表示時には透過表示光が1回カラーフィルタ層を透過する。このため、高透過率のカラーフィルタを用いた場合には、反射表示時には高い反射率が得られるものの、透過表示時には色純度が低くなってしまふ。逆に、低透過率のカラーフィルタを用いた場合には、透過表示時の色純度を高くできるものの、反射表示時には低い反射率しか得られない。このように、カラーフィルタが1層のみの構成では、反射表示時の高反射率と透過表示時の高色純度とを両立させるのが困難である。

【0054】本実施形態の構成では、反射表示時には図10(a)に示すように反射表示光204aが第1のカ

ラーフィルタ層206aのみを通過し、また、透過表示時には図10(b)に示すようにバックライト光205は、第2のカラーフィルタ層206bと第1のカラーフィルタ層206aとの2層を通過する。よって、例えば、第1のカラーフィルタ層206aとして高透過率で低色純度の特性のものを、第2のカラーフィルタ層206bとして高透過率で低色純度の特性のものをを用いることで、反射表示時には、高反射率が得られ、透過表示時には、高色純度が得られるといった特性を持たせることができる。この他、第1のカラーフィルタ層206aと第2のカラーフィルタ層206bとの反射率および色純度の特性を多様に組み合わせることで、所望の透過率および色純度を得られることとなり、1層のカラーフィルタを用いた構成の液晶表示装置に比べて、反射表示時の高反射率と透過表示時の高色純度とを高次元で両立させることが可能となる。

【0055】本実施形態の液晶表示装置の構成は、基本的に第2のカラーフィルタ層206bが反射構造層202より下層、すなわち、図9においては、三層積層HPDLC217より下層に配置されているのが好適であり、図9(a)以外の構成として、ガラス218および第2の偏光板216bが図9(b)~図9(d)に示されるような配置であってもよい。また、第2の実施形態で述べた薄膜化ガラスを同様に用いれば、視差が解消することは言うまでもない。

【0056】以上説明したように本実施形態の液晶表示装置によれば、1層のカラーフィルタを用いた構成の液晶表示装置に比べて、反射表示時の高反射率と透過表示時の高色純度とを高次元で両立させることが可能となるだけでなく、第1および第2の実施形態と同様に、反射構造層202としてブラッグ反射を利用した、液晶あるいは高分子液晶を含む層を、液晶層201と、バックライトユニット203との間に形成することで、明るい環境ではフルカラーの反射表示を、暗い環境では、フルカラーの透過表示を行うことができる。

(第4の実施形態)次に、本実施形態の液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図を図11に、また、本実施形態の液晶表示装置の基本的な構成を図12にそれぞれ示す。

【0057】本実施形態の液晶表示装置は、図11(a)に示すように、最上層から順に、第1の偏光板316a、カラーフィルタ基板315、カラーフィルタ層306、液晶層301、ガラス318、カラーフィルタ層306の各画素に対応する波長帯の光のみを反射する複数の領域を有する空間分割反射構造層332、第2の偏光板316b、そして最下層にバックライトユニット303を有する構成となっている。

【0058】すなわち、本実施形態の液晶表示装置は、図12に示すように、バックライトユニット303と、液晶層301との間に、すなわち、液晶層301よりも

下層に空間分割反射構造層332が設けられている。なお、上述以外の構成に関しては基本的に第1の実施形態と同様であるため、詳細の説明は省略する。

【0059】空間分割反射構造層332は、図12

(a)に示すように、カラーフィルタ層306の各画素A、B、Cに対応するように領域が空間的に区分されており、空間分割反射構造層332の各領域A、B、Cは、カラーフィルタ層306の各画素A、B、Cに対応する波長帯の光のみを反射する。フルカラー表示を行う場合には、カラーフィルタ層306の各画素A、B、Cは、赤(R)、緑(G)、青(B)の各波長帯を通過するように選択し、これに伴い、空間分割反射構造層332の各領域A、B、Cも赤(R)、緑(G)、青(B)の各波長帯のみの光を反射するような構成とする。すなわち、空間分割反射構造層332は、カラーフィルタの特性と反射構造層の特性とを併せ持った特性を有するものである。また、この空間分割反射構造層332は電氣的に制御することで透明状態にすることも可能である。なお、空間分割反射構造層332の各領域は、上述のHPDLC素子あるいは、コレステリック液晶層を用いて構成されるものであってもよい。

【0060】なお、ここでいう空間的に区分されているとは、各反射部(図12では空間分割反射構造層332の各領域A、B、C)が、反射構造層である空間分割反射構造層332に対して液晶層301とバックライトユニット303とが積層される積層方向に略直交する方向に並列に配置されているということを意味する。

【0061】以上の構造では、図12(a)に示すように、反射表示時に周囲光304はカラーフィルタ層306、液晶層301を通過し、空間分割反射構造層332に到達する。この空間分割反射構造層332は、カラーフィルタ色に対応する波長帯の光のみを反射する。図12(a)では、カラーフィルタ層306のAに対応する波長帯の光のみを空間分割反射構造層332のAで反射する。反射後、反射表示光304aは液晶層301、カラーフィルタ層306を通過する。このため、反射表示時に光は、2回カラーフィルタ層306を通過する。しかし、他の波長帯の光は空間分割反射構造層332から反射されない。このため、カラーフィルタ層306に低透過率のものをを用いても、他波長帯の色が混色することなく、色純度は低下しない。また、空間分割反射構造層332を電氣的に制御して透明状態にすれば、バックライトユニット303からのバックライト光305は、空間分割反射構造層332を通過し、図12(b)に示すようにフルカラー透過表示を行うことが可能である。

【0062】本実施形態の液晶表示装置の構成は、基本的に空間分割反射構造層332が液晶層301より下層に配置されているのが好適であり、図11(a)以外の構成として、ガラス318および第2の偏光板316bが図11(b)~図11(c)に示されるような配置で

10

20

30

40

50

あってもよい。また、第2の実施形態で述べた薄膜化ガラスを同様に用いれば、視差が解消することは言うまでもない。

【0063】また、本実施形態の場合、原理的には、カラーフィルタ層306がない構成であってもフルカラー表示が可能であるため、カラーフィルタ層306は、より色純度を向上させたい場合、あるいは、空間分割反射構造層332の色純度が視野角により変化する場合に設ける構成とするものであってもよい。

【0064】以上説明したように本実施形態の液晶表示装置によれば、空間分割反射構造層332を用いることで1層のカラーフィルタ層306のみとした簡単な構成で反射表示時の高反射率と透過表示時の高色純度とを高次元で両立させることが可能となるだけでなく、第1ないし第3の実施形態と同様に、空間分割反射構造層332としてブラッグ反射を利用した、液晶あるいは高分子液晶を含む層を、液晶層301と、バックライトユニット303との間に形成することで、明るい環境ではフルカラーの反射表示を、暗い環境では、フルカラーの透過表示を行うことができる。

【0065】以上の各実施形態の液晶表示装置において、最上層の第1の偏光板よりも下層、かつ、第2の偏光板よりも上層に補償板が積層されているものであってもよく、さらに反射構造層よりも上層に配置されているものであってもよい。補償板を用いることにより、液晶表示素子としてTN液晶以外のSTN液晶や複屈折液晶などの表示素子を用いることが可能である。

【0066】また、各実施形態の液晶層はアクティブマトリクス駆動されるものであってもよい。これにより、大表示容量の際の反射・透過表示時に高いコントラスト

比を維持することが可能である。

【0067】
【発明の効果】以上説明したように本発明は、液晶層よりも下層に特定の周波数帯域の光のみをブラッグ反射により反射する複数の反射部を含み、各反射部の反射率が電氣的に切り替え可能な反射構造層を有するため、明るい環境ではフルカラー反射表示を、また、暗い環境ではバックライトユニットを用いてフルカラー透過表示を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図である。

【図2】図1に示した液晶表示装置の基本構成を示す模式的な側断面図である。

【図3】反射構造層として交替積層構造層が用いられた場合の構成を示す模式的な側断面図である。

【図4】反射構造層としてコレステリック液晶層が用いられた場合の構成を示す模式的な側断面図である。

【図5】反射構造層としてコレステリック液晶液滴を含む高分子層が用いられた場合の構成を示す模式的な側断

面図である。

【図6】HPDLC層の作成方法の概略を説明する図である。

【図7】3層積層HPDLC層の構成を示す模式的な側断面図である。

【図8】本発明の第2の実施形態における液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図である。

【図9】本発明の第3の実施形態における液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図である。

【図10】図9に示した液晶表示装置の基本構成を示す模式的な側断面図である。

【図11】本発明の第4の実施形態における液晶表示装置の一例の詳細な構成を示す側断面図である。

【図12】図11に示した液晶表示装置の基本構成を示す模式的な側断面図である。

【図13】従来のホログラム反射層を有する液晶表示装置の一例の模式的な側断面図である。

【図14】ホログラムの機能および従来のホログラム反射層を有する液晶表示装置の特性を説明する図である。

20 【符号の説明】

- 1、101、201、301 液晶層
- 2、102、202 反射構造層
- 3、103、203、303 バックライトユニット
- 4、104、204、304 周囲光
- 4a、104a、204a、304a 反射表示光
- 5、105、205、305 バックライト光
- 6、106 カラーフィルタ層
- 7 コレステリック液晶層
- 7a 第1のコレステリック液晶層
- 9 交替積層構造層
- 9a 第1の交替積層構造層
- 9b 第2の交替積層構造層
- 10 液晶液滴層
- 11 高分子層
- 12 積層した交替積層構造
- 13 コレステリック液晶液滴
- 14 高分子層
- 15、115、215、315 カラーフィルタ基板
- 16 偏光板
- 16a、216a、316a 第1の偏光板
- 16b、216b、316b 第2の偏光板
- 17、117、217、317 三層積層HPDLC
- 18、118、218、318 ガラス
- 19 基板
- 20 液晶・光硬化性物質混合膜
- 21 レーザ光
- 22 HPDLC層
- 23 青用HPDLC
- 24 緑用HPDLC
- 25 赤用HPDLC

40

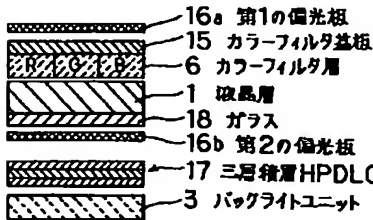
30

50

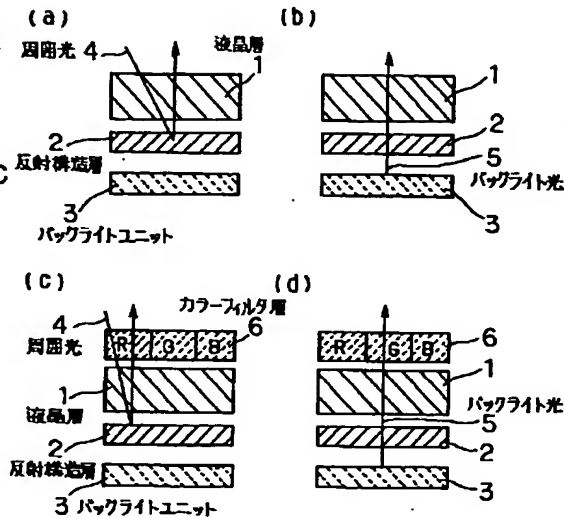
26 透明電極
127 薄膜化ガラス
32 空間分割HPDLC層

206a 第1のカラーフィルタ層
206b 第2のカラーフィルタ層
332 空間分割反射構造層

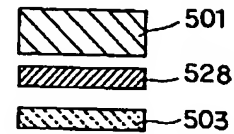
【図1】



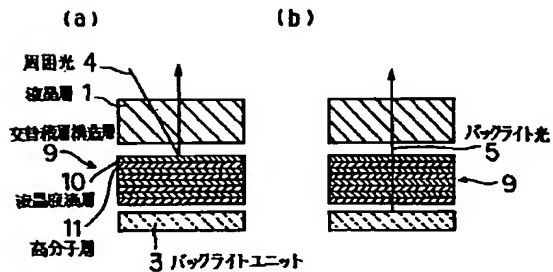
【図2】



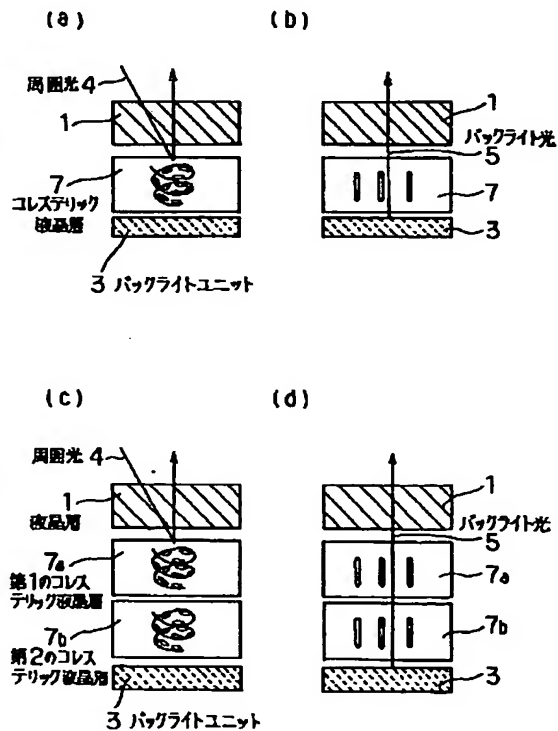
【図13】



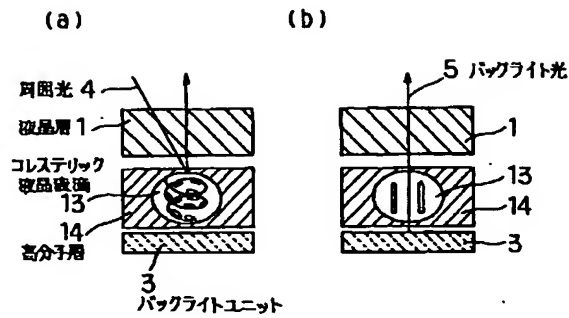
【図3】



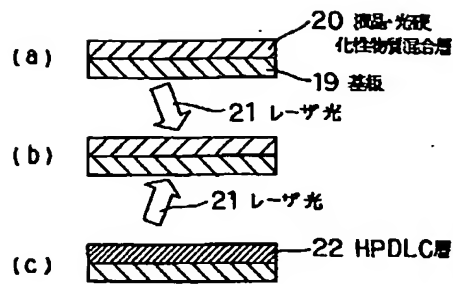
【図4】



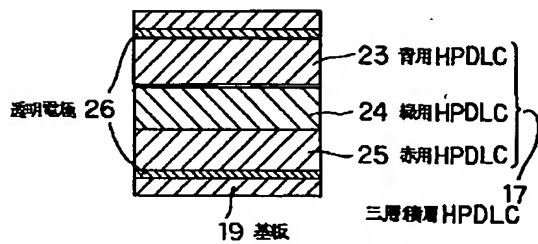
【図5】



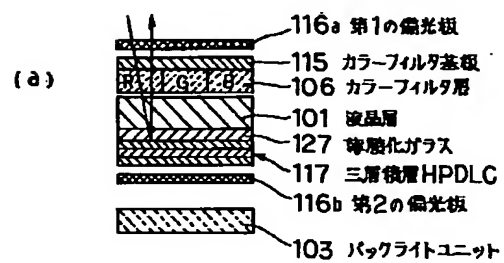
【図6】



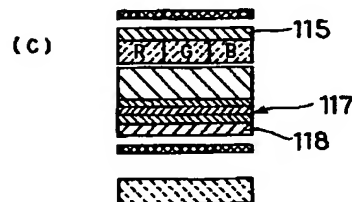
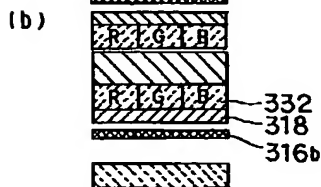
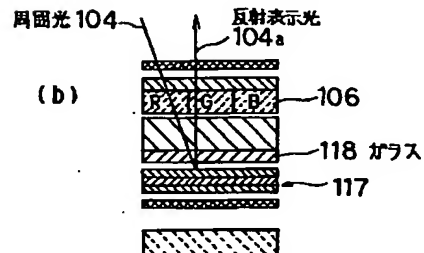
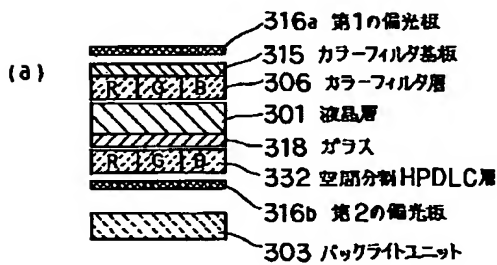
【図7】



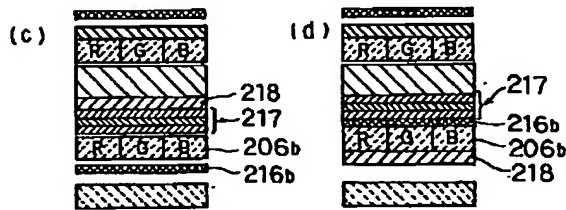
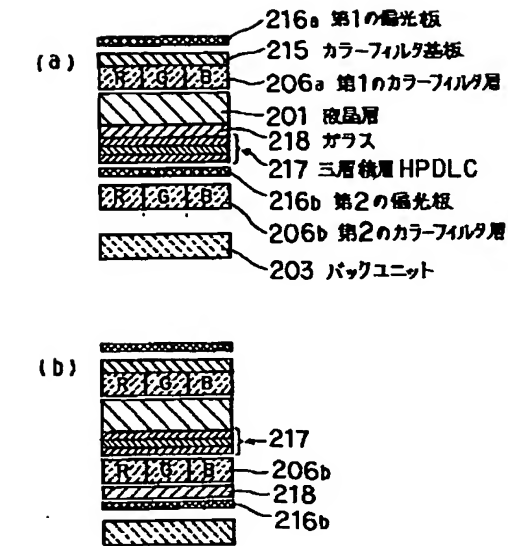
【図8】



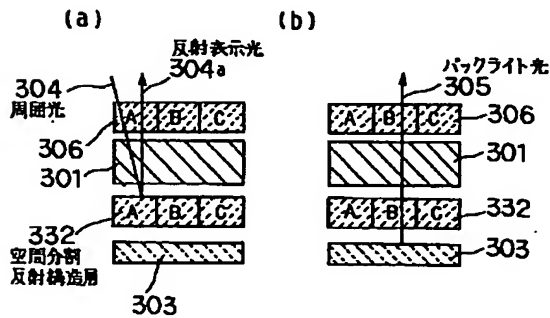
【図11】



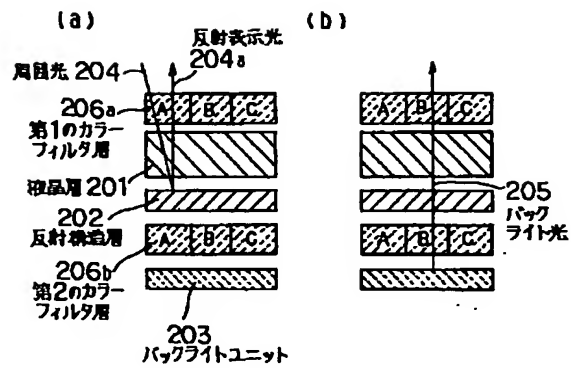
【図9】



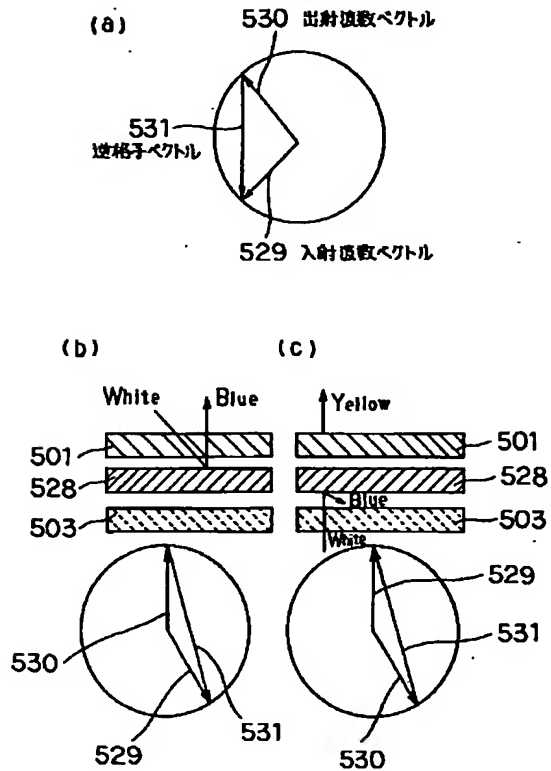
【図12】



【図10】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

G 0 9 F 9/00

識別記号

3 3 6

F I

G 0 2 F 1/1335

テーマコード(参考)

5 3 0

Fターム(参考) 2H090 JB02 JB03 KA05 KA07 KA08
LA06 LA15 LA16 LA20
2H091 FA02Y FA11X FA11Z FA14Z
FA41Z FB02 GA01 GA11
HA07 HA09 HA10 LA17
5G435 AA03 AA04 BB12 BB15 BB16
CC12 DD13 EE25 EE33 FF03
FF05 GG12 GG22

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display which displays information.

[0002]

[Description of the Prior Art] A reflective mold liquid crystal display is widely used for a portable way for a low power. Especially, the reflective mold liquid crystal display which can be displayed full color has come to be developed.

[0003] The reflective mold liquid crystal display uses the ambient light as the light source, under outdoor sunlight, it is possible to express as image quality high under outdoor sunlight, on the other hand its thing with bad visibility is [a transparency mold liquid crystal display has low contrast, and] common. However, in the interior of a room without the outdoors or the special lighting of Nighttime, the visibility of a reflective mold liquid crystal display is bad, and image quality like a transparency mold liquid crystal display is not acquired.

[0004] So, in the bright environment, it can display as a reflective mold and the liquid crystal display which can be displayed by the addition light source is called for in the dark environment. A transfective LCD can be mentioned as this example. This transfective LCD makes a transfective side the reflector in which incident light is reflected. However, for example by the display by the transfective side of 50% of permeability, and 50% of reflection factors, it is dark at the time of a reflective display, and has the fault of being dark, also at the time of a transparency display.

[0005] as what conquers the above faults -- JP,11-119026,A -- reflection and transparency -- the switchable liquid crystal display is indicated. The typical sectional side elevation of a liquid crystal display which has a hologram reflecting layer in drawing 13 is shown. As shown in drawing 13, the hologram reflecting layer 528 which is a volume hologram is arranged between the back light unit 503 and the liquid crystal layer 501.

[0006] This volume hologram is the structure which has a fixed refractive-index modulation, and if this modulation period is visible wavelength extent, the diffraction called Bragg reflection will arise and it will reflect strongly the light of wavelength with a certain incident angle in a specific direction. The circle graphic form which shows this relation to drawing 14 explains. The radius of a circle shown in drawing 14 (a) is given by n/λ . Here, λ is the wavelength of incident light and n is the average refractive index of a hologram medium. Incident light is expressed with the vector from a core to a circle top to this circle. The incident wave numerical vector 529 and reciprocal vectors 531 are arranged like drawing 14 (a). Here, reciprocal vectors 531 are defined and the modulation direction of a refraction modulation of the direction and the magnitude of a vector are defined by the inverse number of a modulation period. In drawing 14 (a), the outgoing radiation wave number vector 530 is displayed as a difference of the incident wave numerical vector 529 and reciprocal vectors 531. Light is strongly reflected in the direction of this outgoing radiation wave number vector 530.

[0007] Next, drawing 14 (b) explains reflective actuation. The back light unit 503 does not use at the time of a reflective display, but displays on it only by incident light. The incident light from a perimeter carries out incidence to the liquid crystal layer 501, and incidence is carried out to the hologram reflecting layer 528. If the reciprocal vectors of the hologram reflecting layer 528 are arranged as shown in drawing 14 (b), selective reflection only of the specific wavelength will be carried out in the direction of specific outgoing radiation. The light by which selective reflection was carried out passes the liquid crystal layer 501 again, and the reflective display of it is attained. Light other than this wavelength that carries out selective reflection does not contribute to a display in order to pass the hologram reflecting layer 528.

[0008] On the other hand, a back light is made to turn on when a surrounding environment is dark. In this case, the light from a back light passes the hologram reflecting layer 528, and it carries out incidence to the liquid crystal layer 501. This can be made to perform a transparency mold display as shown in drawing 14 (c).

[0009] If the liquid crystal display indicated by JP,11-119026,A as mentioned above is used, reflection / transparency

change display will be attained.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the liquid crystal display indicated by JP,11-119026,A mentioned above, it has the problem that the foreground color at the time of a reflective display differs from the foreground color at the time of a transparency display. That is, as shown in drawing 14 (b), in the time of a reflective display, only the light of the specific wavelength decided by the hologram reflects. For this reason, only monochromatic specification is possible at the time of a reflective display. Furthermore, in the time of a transparency display, as shown in drawing 14 (c), Bragg reflection of the specific wavelength of back light light will be carried out by the hologram, and it cannot be contributed to a transparency mold display. This wavelength that carries out Bragg reflection is the same as the wavelength of the homogeneous light at the time of a reflective display. For this reason, even if it is green at the time of a reflective display and can be displaying on it for example, at the time of a transparency display, it must display with that complementary color. Moreover, a full color display cannot be made to perform for the same reason, either.

[0011] As mentioned above, although the liquid crystal display indicated by JP,11-119026,A realizes reflection / transparency display change display, color display is restricted and it has the technical problem that it does not indicate by full color.

[0012] Then, this invention aims at offering the liquid crystal display using the Bragg reflection which can perform a full color transparency display for a full color reflective display in a dark environment in a bright environment.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the liquid crystal display of this invention is characterized by having the back light unit arranged at the liquid crystal layer, the reflective structure layer by which the reflection factor of each of said reflective section is electrically arranged rather than said switchable liquid crystal layer at the lower layer including two or more reflective sections which reflect only the light of a specific frequency band by Bragg reflection, and the lowest layer which irradiates light from a tooth back at said liquid crystal layer.

[0014] The reflection factor of each reflective section has the switchable reflective structure layer electrically including two or more reflective sections in which the liquid crystal display of this invention constituted as above-mentioned reflects only the light of a specific frequency band in a lower layer by Bragg reflection rather than a liquid crystal layer. namely, reflection and transparency brighter than the liquid crystal display using a transreflective side in using Bragg reflection -- it becomes a switchable liquid crystal display. Furthermore, only the light of a specific frequency band is reflected for each reflective section of a reflective structure layer by Bragg reflection, for example, the full color display only of blue is attained with only reflection, green chisel reflection, and red constituting like reflection in each of each reflective section.

[0015] Moreover, at least one thickness of the substrate which pinches the liquid crystal layer of the liquid crystal display of this invention may be the thickness which does not produce parallax, and this substrate may be thin film-sized glass and may be a film substrate.

[0016] Moreover, the liquid crystal display of this invention may have the 1st color filter layer arranged rather than the liquid crystal layer at the upper layer, and may have further the 2nd color filter layer arranged rather than the reflective structure layer at the lower layer. At the time of a reflective display, a high reflection factor is obtained in the thing of the property of the low color purity in high permeability by using the thing of the property of the low color purity in high permeability as 2nd color filter layer, and the property that high color purity is obtained can be given at the time of a transparency display as the case of a configuration of having the 2nd color filter layer especially in addition to the 1st color filter layer, for example, 1st color filter layer.

[0017] Moreover, to the reflective structure layer, the laminating of each reflective section may be carried out in the direction of a laminating in which the laminating of a liquid crystal layer and the back light unit is carried out, and it may be formed in it.

[0018] Furthermore, each reflective section may be arranged by juxtaposition in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross in the direction of a laminating in which the laminating of a liquid crystal layer and the back light unit is carried out to a reflective structure layer. In this case, since a full color display is attained without preparing a color filter when each reflective section which reflects blue, green, and red has been arranged at juxtaposition, a liquid crystal display with easy structure can be obtained brightly.

[0019] Moreover, it may contain liquid crystal, and especially, each reflective section may contain cholesteric liquid crystal, and you may be the structure where the laminating of at least one liquid crystal drop layer containing the drop of liquid crystal and at least one macromolecule layer was carried out by turns, and it may consist of a macromolecule layer containing the drop of cholesteric liquid crystal.

[0020] Moreover, the liquid crystal display of this invention may have the 1st polarizing plate arranged rather than the liquid crystal layer at the upper layer, and may have the 2nd polarizing plate arranged rather than the liquid crystal layer at the lower layer. By using a compensating plate, it becomes possible to use display devices, such as STN LCD other than TN liquid crystal, and birefringence liquid crystal, as a liquid crystal display component.

[0021] Moreover, you may have the compensating plate with which the liquid crystal display of this invention is arranged rather than the 1st polarizing plate at a lower layer, and is arranged rather than the 2nd polarizing plate at the upper layer and with which phase contrast is compensated, and the compensating plate may be arranged rather than the reflective structure layer at the upper layer.

[0022] Moreover, the active-matrix drive of the liquid crystal layer may be carried out.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, in explanation of each operation gestalt, holographic macromolecule distribution liquid crystal expresses HPDLC.

(1st operation gestalt) Next, the sectional side elevation showing the detailed configuration of an example of the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 1.

[0024] As for the liquid crystal display, 1st polarizing plate 16a is formed in the maximum upper layer. Formed the color filter substrate 15 in the lower layer of 1st polarizing plate 16a as an upper layer side. The color filter layer 6 which consists of a filter which penetrates only R (red), G (green), and B (blue), respectively The liquid crystal layer 1 which furthermore projects on the lower layer of the color filter layer 6 the image information formed on glass 18 the three-layer laminating HPDLC17 where a reflection factor has 2nd polarizing plate 16b in the lower layer of the liquid crystal layer 1, i.e., the lower layer of glass 18, and has the switchable reflective section electrically in a lower layer, the 2nd lower layer 1, i.e., liquid crystal layer, of polarizing plate 16b, -- and It has the structure of having the back light unit 3 which is the lighting which irradiates light in the liquid crystal layer 1 from a tooth back in the lowest layer.

[0025] Form birefringence liquid crystal, such as nematic liquid crystals, such as TN liquid crystal and STN LCD, or ***** liquid crystal, and OCB liquid crystal, may be used for the liquid crystal layer 1.

[0026] Here, the outline of the formation approach of the liquid crystal layer 1 is explained.

[0027] First, the orientation film is formed on both the substrates of the glass substrate 18 which has a transparent electrode, and the color filter layer 6 and the color filter substrate 15 which has a transparent electrode. In addition, the transparent electrode on both substrates is not illustrated in drawing 1. Then, orientation processing is performed on the orientation film and both substrates are made to rival through a spacer. In this case, it is made to rival so that the orientation processing direction of both substrates may be intersected perpendicularly. Then, a nematic liquid crystal is poured into the gap of both substrates, and the liquid crystal layer 1 is formed.

[0028] Next, the basal principle of the liquid crystal display of this operation gestalt is explained using drawing 2 which shows the typical sectional side elevation showing the basic configuration of the liquid crystal display of this operation gestalt.

[0029] Although a liquid crystal display makes basic structure the reflective structure layer 2 equivalent to the 1 or 3 layer laminating HPDLC17 of liquid crystal layers, and the back light unit 3 as shown in drawing 2 (a) and drawing 2 (b), it may make basic structure that by which the color filter layer 6 is formed in the upper layer of the liquid crystal layer 1 as shown in drawing 2 (c) and drawing 2 (d).

[0030] Although the reflective section may be what kind of structure as long as it is the structure reversibly changed in the condition that the reflection factor of light is high and that permeability is low, and the condition that the permeability of light is high and that a reflection factor is low, the reflective structure layer 2 has the electrically controllable reflection factor shown below, and it is suitable for it that it is especially a layer containing the liquid crystal or the polymer liquid crystal using Bragg reflection.

[0031] For example, the reflective structure layer 2 may consist of shift laminated-structure layers 9 in which the liquid crystal drop layer 10 which is shown in drawing 3 (a) and drawing 3 (b), and which is the reflective section, and the macromolecule layer 11 carried out the laminating by turns. If the refractive indexes of the liquid crystal drop layer 10 and the macromolecule layer 11 differ, an ambient light 4 will be alternatively reflected in the wavelength decided a shift period as shown in drawing 3 (a). On the other hand, if an electrical potential difference is impressed to this shift laminated-structure layer 9, the refractive index of the liquid crystal drop layer 10 changes, alternative reflection can be solved, it can be in a transparency condition, and the back light light 5 from the back light unit 3 can be made to penetrate in accordance with the refractive index of the macromolecule layer 11, as shown in drawing 3 (b). In addition, it is also possible to reflect multicolor light by piling up 1st shift laminated-structure layer 9a and 2nd shift laminated-structure layer 9b from which a laminating period differs as the shift laminated-structure layer 9 is also shown in drawing 3 (c) and

drawing 3 (d). That is, the full color display of the liquid crystal display of this operation gestalt is attained by considering as the configuration in which each of two or more reflective sections, such as 1st shift laminated-structure layer 9a and 2nd shift laminated-structure layer 9b, reflects only the light of a specific frequency band by Bragg reflection.

[0032] Moreover, cholesteric liquid crystal may be used as the reflective section of the reflective structure layer 2. A reflection factor is electrically controllable if cholesteric liquid crystal is used as everyone knows. As shown in drawing 4 (a), since the cholesteric-liquid-crystal layer 7 has spiral structure, it reflects alternatively the ambient light 4 corresponding to the one half of the pitch. Moreover, if an electrical potential difference is impressed to this cholesteric liquid crystal, spiral structure will be canceled as shown in drawing 4 (b). For this reason, the above-mentioned reflective engine performance is lost and the back light light 5 of a full wave length band is penetrated. As an example which realizes this, 26 volumes and 1645 - 1653 pages ("Switchable mirrors of chiral liquid crystal gels", LIQUID CRYSTAL, 1999, Vol.26, No.11, 1645-1653) can be mentioned in "switchable MIRAZU OBU chiral liquid crystal GERUZU", liquid coulisse TARUZU, and 1999. Moreover, if the laminating cholesteric-liquid-crystal layer 8 which carried out the laminating of the 1st cholesteric-liquid-crystal 7a from which a spiral pitch differs, and the 2nd cholesteric-liquid-crystal 7b is used as a reflective structure layer 2 as shown in drawing 4 (c) and drawing 4 (d), it is possible to reflect multicolor light like the shift laminated-structure layer 9.

[0033] Thus, to the reflective structure layer 2, the laminating of each reflective section of the reflective structure layer 2 may be carried out in the direction of a laminating in which the laminating of the liquid crystal layer 1 and the back light unit 3 is carried out, and it may be formed in it.

[0034] Or the reflective structure layer 2 may consist of a macromolecule layer in which the reflective section as shown in drawing 5 (a) and drawing 5 (b) contains a cholesteric-liquid-crystal drop. By impressing an electrical potential difference, the spiral inside the cholesteric-liquid-crystal drop 13 is canceled, the macromolecule layer 14 containing the cholesteric-liquid-crystal drop 13 which consists of cholesteric liquid crystal of a spiral pitch which carries out selective reflection of the ambient light 4 will be in a transparency condition, and the transparency of the back light light 5 of it will be attained. Moreover, if it is a macromolecule layer containing the cholesteric-liquid-crystal drop containing two or more cholesteric liquid crystal with which spiral pitches differ, it is possible to reflect multicolor light alternatively similarly.

[0035] Next, the creation approach of the laminated structure of HPDLC which is the shift laminated-structure layer 9, and the detail of structure are explained using drawing 6 and drawing 7.

[0036] First, as shown in drawing 6 (a), the layer which consists of mixture of liquid crystal and the photosensitive matter, and liquid crystal and a photoresist matter mixolimnion 20 are formed on the substrate 19 which has a non-illustrated transparent electrode.

[0037] Next, the laser beam 21 emitted from the same laser is dichotomized, and both beams of light are made to cross in liquid crystal and the photoresist matter mixolimnion 20, as shown in drawing 6 (b). Photo-curing arises strongly alternatively in the field where laser reinforcement is strong as a result of laser beam interference. Moreover, liquid crystal deposits as a drop in the field where laser reinforcement is weak. The HPDLC layer 22 which consists of a macromolecule layer which carried out photo-curing to the liquid crystal drop layer as shown in drawing 6 (c) as mentioned above is completed. If the refractive indexes of a liquid crystal drop layer and a macromolecule layer differ, the light of the wavelength corresponding to the laminating period of a shift laminated structure will be reflected alternatively. In case photo-curing is carried out, in the case of photoresist matter which carries out oxygen inhibition, it carries out in the environment under nitrogen-gas-atmosphere evaporation or reduced pressure. The laminating period of this shift laminated structure can be decided on the wavelength and its decussation angle of a laser beam. Then, if liquid crystal and a photoresist matter mixolimnion are formed again and laser wavelength and a decussation angle are changed and exposed on the HPDLC layer 22 which drawing 6 (c) completed, the HPDLC layer of the bilayer from which a shift laminating period differs can be obtained. It can consider as the three-layer laminating HPDLC layer 17 which consists of HPDLC23 for blue which reflects blue as repeats three membrane formation and exposure as mentioned above, for example, shows a HPDLC layer to drawing 7, HPDLC24 for green which reflects green, and HPDLC25 for red which reflects red. In addition, if light carries out incidence of the transparent electrode 26 from a laminating top face as built-up sequence in this case in the case of this laminating electrically connected to HPDLC23 for blue, and HPDLC25 for red, blue, green, and red are desirable. This is because it is easy to be scattered about like the light of short wavelength. This three-layer laminating HPDLC layer 17 reflects the white light. If an electrical potential difference is impressed to this three-layer laminating HPDLC layer 17, the refractive index of a liquid crystal drop layer will change. If the refractive index of a liquid crystal drop layer and a macromolecule layer is in agreement, it cancels and selective reflection light will be in a transparency condition.

[0038] With this operation gestalt, the reflection factor of the three-layer laminating HPDLC layer 17 is high at the time of no electrical-potential-difference impressing. Therefore, a display action is possible by carrying out electrical-potential-

difference supply only in the liquid crystal layer 1, without carrying out electrical-potential-difference supply at the three-layer laminating HPDLC layer 17. For this reason, at the time of a reflective display, it is not accompanied by excessive power. Moreover, a transparency display will be obtained, if an electrical potential difference is supplied to the HPDLC layer 22 which carried out the laminating, it changes into a transparence condition and the back light unit 3 is made to turn on.

[0039] As explained above, according to the liquid crystal display of this operation gestalt, in a bright environment, a full color transparency display can be performed for a full color reflective display in a dark environment by forming the layer containing the liquid crystal or the liquid crystal polymer which used Bragg reflection as a reflective structure layer 2 between the liquid crystal layer 1 and the back light unit 3.

(2nd operation gestalt) Next, the sectional side elevation showing the detailed configuration of an example of the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 8.

[0040] The liquid crystal display of this operation gestalt has the composition of having the 1st polarizing plate 116a, the color filter substrate 115, the color filter layer 106, the liquid crystal layer 101, the 127 or 3 layer laminating HPDLC117 of thin film-ized glass, and the 2nd polarizing plate 116b, and having the back light unit 103 in the lowest layer sequentially from the maximum upper layer, as shown in drawing 8 (a).

[0041] Thus, in the case of the liquid crystal display of this operation gestalt, it differs from the liquid crystal display of the 1st operation gestalt in that the laminating of thin film-ized glass 127 and the three-layer laminating HPDLC117 is carried out between the liquid crystal layer 101 and the 2nd polarizing plate 116.

[0042] Moreover, at the time of a reflective display, only 1st polarizing plate 116a contributes the liquid crystal display of this operation gestalt to a display. This display mode is known as an one-sheet polarizing plate method. That is, as compared with the method which uses two polarizing plates, a bright reflective display is obtained at the time of a reflective display. In this case, twist nematic liquid crystal mode is used as a liquid crystal layer 101. The design of this twist nematic liquid crystal is stated to 1573 - 1578 pages ("Analysis of operation mode of reflective liquid crystal display devices", LIQUID CRYSTALS, 1999.vol.26, No.11, 1573-1578) in "an analysis OBU operation mode, OBU REFUREKUTIBU liquid crystal display debye seeds", and liquid crystal 26-volume 1999.

[0043] In addition, except having mentioned above, fundamentally, since it is the same as that of the liquid display of the 1st operation gestalt, explanation of a detail is omitted.

[0044] Hereafter, the outline of the creation procedure of the liquid crystal display of this operation gestalt is explained.

[0045] The color filter substrate 115 and glass substrate which have a transparent electrode are made to rival like the 1st operation gestalt. Then, one of substrates are thin-film-ized and it considers as thin film-ized glass 127. This thin film-ization is obtained polish or by etching chemically in a glass substrate. moreover, a high polymer film etc. -- a thin film -- instead of [of a glass substrate] -- also using -- it is clear that it can do. Then, liquid crystal is poured in and the liquid crystal layer 101 is formed. In this case, the orientation processing direction of both substrates is adjusted so that predetermined twist nematic structure may be formed. The liquid crystal panel which has thin film-ized glass 127 as mentioned above is completed. 1st polarizing plate 116a is stuck on the top face of the completed liquid crystal panel. Moreover, the three-layer laminating HPDLC117 is stuck on a liquid crystal panel inferior surface of tongue, and the 2nd polarizing plate 116 is stuck on the inferior surface of tongue of the three more layer laminating HPDLC117. The back light unit 103 is arranged and it completes next.

[0046] Here, the reason using thin film-ized glass 127 is explained using drawing 8 (b).

[0047] Drawing 8 (b) shows the configuration for which not thin film-ized glass 127 but the glass 118 with which thin film-ization is not made was used. In the case of a reflective mold display, incidence of the ambient light 104 is carried out from across. For this reason, when a glass substrate 118 is far from the three-layer laminating HPDLC117 which is a reflector thickly, the ambient light 104 which has passed R of the color filter layer 106 will pass the adjoining pixel G as reflective display light 104a. The so-called problem of parallax arises. When there is prevention need, as the problem of this parallax is shown in drawing 8 (a), it is necessary to form thin film-ized glass 127.

[0048] In addition, in order to prevent the reflective display light leakage from a contiguity pixel, as shown in drawing 8 (c), you may consider as the configuration which makes the three-layer laminating HPDLC layer 117 between the color filter substrate 115 and a glass substrate 118, namely, is made inside a liquid crystal panel.

[0049] Parallax is not only solved by using thin film-ized glass 127 according to [as explained above] the liquid crystal display of this operation gestalt, but in a bright environment, it can perform a full color transparency display for a full color reflective display in a dark environment by forming the layer containing the liquid crystal or the liquid crystal polymer which used Bragg reflection as a reflective structure layer 102 like the 1st operation gestalt between the liquid crystal layer 101 and the back light unit 103.

(3rd operation gestalt) next, the sectional side elevation showing the detailed configuration of an example of the liquid

crystal display of this operation gestalt -- drawing 9 -- moreover, the fundamental configuration of the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 10 , respectively.

[0050] The liquid crystal display of this operation gestalt has the composition of having the 1st polarizing plate 216a, the color filter substrate 215, 1st color filter layer 206a, the liquid crystal layer 201, the 218 or 3 layer laminating HPDLC217 of glass, the 2nd polarizing plate 116b, and 2nd color filter layer 206b, and having the back light unit 203 in the lowest layer sequentially from the maximum upper layer, as shown in drawing 9 (a). In addition, like 1st color filter layer 206a being the thing which it comes to form in the color filter substrate 215, although it comes to also form 2nd color filter layer 206b in a color filter substrate, since it is easy, the color filter substrate of 2nd color filter layer 206b is not shown in drawing 9 .

[0051] As the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 10 , it differs from the liquid crystal display of the 1st and 2nd operation gestalten in that 2nd color filter layer 206b is prepared in the lower layer from between [202] the back light unit 203 and the reflective structure layers 202 equivalent to the three-layer laminating HPDLC217 (i.e., a reflective structure layer). In addition, about configurations other than ****, fundamentally, since it is the same as that of the 1st operation gestalt, explanation of a detail is omitted.

[0052] In the case of this operation gestalt, 1st color filter layer 206a and 2nd color filter layer 206b are arranged so that each pixel may have consistency mutually. That is, it is arranged so that each color pixels A, B, and C of 1st color filter layer 206a and each color pixels A, B, and C of 2nd color filter layer 206b may carry out location adjustment mutually. Thus, by arranging, as shown in drawing 10 (b), the back light light 205 from the back light unit 203 which passed the pixel B of 2nd color filter layer 206b can pass the pixel B of 1st color filter layer 206a at the time of a transparency display. In addition, generally in the case of a full color display, it is common to choose A, B, and C each color as red (R), green (G), and blue (B).

[0053] By the way, generally, the permeability and color purity of a color filter are in reciprocity relation, the color filter of high permeability serves as low color purity, and the color filter of high color purity serves as low permeability. In the case of the liquid crystal display which has one layer of color filter layers of such a property, in light, at the time of a reflective display, the time of incidence and reflective display light penetrate a color filter layer twice, and transparency display light penetrates a color filter layer once at the time of a transparency display. For this reason, although a high reflection factor is obtained at the time of a reflective display when the color filter of high permeability is used, at the time of a transparency display, color purity will become low. On the contrary, although color purity at the time of a transparency display can be made high when the color filter of low permeability is used, only a low reflection factor is obtained at the time of a reflective display. Thus, it is difficult for a color filter to reconcile the high reflection factor at the time of a reflective display, and the high color purity at the time of a transparency display with the configuration of only one layer.

[0054] With the configuration of this operation gestalt, as shown in drawing 10 (a) at the time of a reflective display, reflective display light 204a passes only 1st color filter layer 206a, and at the time of a transparency display, as shown in drawing 10 (b), the back light light 205 passes two-layer [of 2nd color filter layer 206b and 1st color filter layer 206a]. Therefore, as 1st color filter layer 206a, at the time of a reflective display, a high reflection factor is obtained in the thing of the property of the low color purity in high permeability by using the thing of the property of the low color purity in high permeability as 2nd color filter layer 206b, and, for example, the property that high color purity is obtained can be given at the time of a transparency display. In addition, desired permeability and color purity can be obtained by combining variously the reflection factor of 1st color filter layer 206a and 2nd color filter layer 206b, and the property of color purity, and it becomes possible to reconcile the high reflection factor at the time of a reflective display, and the high color purity at the time of a transparency display by high order origin compared with the liquid crystal display of the configuration using the color filter of one layer.

[0055] 2nd color filter layer 206b may be arrangement as it is more suitable than the three-layer laminating HPDLC217 with which to be arranged in a lower layer, i.e., drawing 9 , at the lower layer and, as for the configuration of the liquid crystal display of this operation gestalt, glass 218 and 2nd polarizing plate 216b fundamentally indicated to be to drawing 9 (b) - drawing 9 (d) as a configuration of those other than drawing 9 (a) from the reflective structure layer 202. Moreover, it cannot be overemphasized that parallax is solved if the thin film-ized glass stated with the 2nd operation gestalt is used similarly.

[0056] As explained above, according to the liquid crystal display of this operation gestalt, it compares with the liquid crystal display of the configuration using the color filter of one layer. It not only becomes possible to reconcile the high reflection factor at the time of a reflective display, and the high color purity at the time of a transparency display by high order origin, but The layer which contains the liquid crystal or the liquid crystal polymer which used Bragg reflection as a reflective structure layer 202 like the 1st and 2nd operation gestalten by forming between the liquid crystal layer 201 and

the back light unit 203 In a bright environment, a full color transparency display can be performed for a full color reflective display in a dark environment.

(4th operation gestalt) next, the sectional side elevation showing the detailed configuration of an example of the liquid crystal display of this operation gestalt -- drawing 11 -- moreover, the fundamental configuration of the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 12 , respectively.

[0057] The liquid crystal display of this operation gestalt has the composition of having the back light unit 303 at order in the space division reflective structure layer 332 which has two or more fields which reflect only the light of the wavelength range corresponding to each pixel of the 1st polarizing plate 316a, the color filter substrate 315, the color filter layer 306, the liquid crystal layer 301, glass 318, and the color filter layer 306, the 2nd polarizing plate the 316b, and the lowest layer from the maximum upper layer, as shown in drawing 11 (a).

[0058] That is, as the liquid crystal display of this operation gestalt is shown in drawing 12 , the space division reflective structure layer 332 is formed in the lower layer from between [301] the back light unit 303 and the liquid crystal layers 301 (i.e., a liquid crystal layer). In addition, about configurations other than ****, fundamentally, since it is the same as that of the 1st operation gestalt, explanation of a detail is omitted.

[0059] As the space division reflective structure layer 332 is shown in drawing 12 (a), the field is spatially classified so that it may correspond to each pixels A, B, and C of the color filter layer 306, and each fields A, B, and C of the space division reflective structure layer 332 reflect only the light of the wavelength range corresponding to each pixels A, B, and C of the color filter layer 306. the case where a full color display is performed -- each pixels A, B, and C of the color filter layer 306 -- red (R) -- green -- each wavelength range of (G) and blue (B) is passed -- as -- choosing -- this -- following -- each fields A, B, and C of the space division reflective structure layer 332 -- red (R) -- green -- it considers as (G) and a configuration which reflects the light of only each blue (B) wavelength range. That is, the space division reflective structure layer 332 has a property having the property of a color filter, and the property of a reflective structure layer. Moreover, this space division reflective structure layer 332 can also be changed into a transparence condition by controlling electrically. In addition, each field of the space division reflective structure layer 332 may be constituted using an above-mentioned HPDLC component or an above-mentioned cholesteric-liquid-crystal layer.

[0060] In addition, it means being arranged by juxtaposition in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross in the direction of a laminating in which the laminating of the liquid crystal layer 301 and the back light unit 303 is carried out to the space division reflective structure [where each reflective section (drawing 12 each fields A, B, and C of the space division reflective structure layer 332) is a reflective structure layer as being classified spatially] layer 332 here.

[0061] With the above structure, as shown in drawing 12 (a), at the time of a reflective display, an ambient light 304 passes the color filter layer 306 and the liquid crystal layer 301, and reaches the space division reflective structure layer 332. This space division reflective structure layer 332 reflects only the light of the wavelength range corresponding to a color filter color. At drawing 12 (a), only the light of the wavelength range corresponding to A of the color filter layer 306 is reflected by A of the space division reflective structure layer 332. Reflective display light 304a passes the liquid crystal layer 301 and the color filter layer 306 after reflection. For this reason, light passes the color filter layer 306 twice at the time of a reflective display. However, the light of other wavelength ranges is not reflected from the space division reflective structure layer 332. For this reason, even if it uses the thing of low permeability for the color filter layer 306, color purity does not fall, without the color of other wavelength ranges carrying out color mixture. Moreover, if the space division reflective structure layer 332 is controlled electrically and it changes into a transparence condition, the back light light 305 from the back light unit 303 can perform a full color transparency display, as the space division reflective structure layer 332 is passed and it is shown in drawing 12 (b).

[0062] It may be suitable for the configuration of the liquid crystal display of this operation gestalt that the space division reflective structure layer 332 is fundamentally arranged from the liquid crystal layer 301 at the lower layer, and it may be arrangement as glass 318 and 2nd polarizing plate 316b indicated to be to drawing 11 (b) - drawing 11 (c) as a configuration of those other than drawing 11 (a). Moreover, it cannot be overemphasized that parallax is solved if the thin film-ized glass stated with the 2nd operation gestalt is used similarly.

[0063] Moreover, even if it is a configuration without the color filter layer 306 theoretically in the case of this operation gestalt, since the full color display is possible, the color filter layer 306 may be considered as the configuration prepared when color purity wants to improve more, or when the color purity of the space division reflective structure layer 332 changes with angles of visibility.

[0064] It not only becomes possible to reconcile the high reflection factor at the time of a reflective display, and the high color purity at the time of a transparency display by high order origin with the easy configuration which was used only as the one-layer color filter layer 306 by using the space division reflective structure layer 332 according to the liquid crystal

display of this operation gestalt as explained above, but The layer which contains the liquid crystal or the liquid crystal polymer which used Bragg reflection as a space division reflective structure layer 332 like the 1st thru/or 3rd operation gestalt by forming between the liquid crystal layer 301 and the back light unit 303 In a bright environment, a full color transparency display can be performed for a full color reflective display in a dark environment.

[0065] In the liquid crystal display of each above operation gestalt, a compensating plate is made a lower layer rather than the 1st polarizing plate of the maximum upper layer, the laminating may be carried out to the upper layer rather than the 2nd polarizing plate, and it may be further arranged rather than the reflective structure layer at the upper layer. By using a compensating plate, it is possible to use display devices, such as STN LCD other than TN liquid crystal and birefringence liquid crystal, as a liquid crystal display component.

[0066] Moreover, the active-matrix drive of the liquid crystal layer of each operation gestalt may be carried out. It is possible for this to maintain a high contrast ratio at the time of reflection / transparency display in the case of large display capacity.

[0067]

[Effect of the Invention] Since the reflection factor of each reflective section has a switchable reflective structure layer electrically including two or more reflective sections which reflect only the light of a specific frequency band by Bragg reflection in a lower layer rather than a liquid crystal layer, a full color reflective display can be used in a bright environment, and a back light unit can be used for this invention in a dark environment, and it can make a full color transparency display perform, as explained above.

[Translation done.]